

CULTIVOS BIOFARMACÉUTICOS Y SU POSIBLE RIESGO PÁG: 6



CHAKAY: MARCA COLECTIVA CON IDENTIDAD DE ORIGEN DE LAS COOPERATIVAS DE QUINTANA ROO PÁG: 10



NÚM. 90 MAYO-JUNIO DE 2010

ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓ[...]DIVERSIDAD

SANGUIJUELAS

Pocos animales tienen la capacidad de causar en los seres humanos una variedad de reacciones tan intensas y contradictorias como las sanguijuelas. El grado de repulsión que causa encontrar a un gusano resbaloso que se alimenta de nuestra sangre y contorsiona su cuerpo rítmicamente mientras fija con fuerza sus poderosas ventosas en nuestra piel, es sólo equiparable en magnitud con el éxtasis que experimenta un neurobiólogo al entender los mecanismos relacionados con la regeneración neuronal, o al del taxónomo que descubre que el organismo que tiene en las manos y analiza bajo el microscopio nunca ha sido estudiado por ningún ser humano.

SANGUIJUELAS

Alejandro Oceguera Figueroa*, Mark E. Siddall** y Luis García Prieto***



Litografía *Les sangsues* de Louis Boilly (1827), donde se muestra la aplicación de sanguijuelas a una mujer.

Tomada del libro Leech Biology and Behaviour, de R. T. Sawyer, con el permiso de la Yale Medical Historical Library y Yale University.

Portada: Macrobdella decora, sanguijuela hematófaga de Norteamérica. Connecticut, EUA.

Fotos: © Alejandro Oceguera

Las sanguijuelas, al igual que los poliquetos y oligoquetos, pertenecen al filo Annelida, que agrupa a unas 16 500 especies. Históricamente, las sanguijuelas se han clasificado en dos grupos dependiendo de la presencia o no de una probóscide eversible: rincobdélidos y arincobdélidos. De acuerdo con Sawyer,[1] hay tres grupos de rincobdélidos: los piscicólidos, parásitos de peces marinos y de agua dulce; los ozobránquidos, que infectan elasmobranquios y tortugas marinas y de agua dulce, y, finalmente, los glosifónidos, que incluyen organismos aplanados dorsoventralmente, con algunas especies hematófagas y algunas otras que se alimentan de la hemolinfa de moluscos y lombrices. En este último grupo se encuentra *Haementeria ghilianii*, la sanguijuela más grande del mundo, que llega a medir más de 30 cm y habita en el Amazonas, alimentándose de sangre de vertebrados. Por su parte, los arincobdélidos están divididos en dos subórdenes: Erpobdelliformes, que incluye a organismos macrófagos y sin mandíbulas, e Hirudiniformes, que agrupa a una enorme diversidad de especies, la mayoría hematófagas, tanto terrestres como dulceacuícolas. A este último grupo pertenece *Hirudo medicinalis*, la sanguijuela medicinal europea.

Reproducción

A pesar de que todas las sanguijuelas son hermafroditas con fertilización interna, presentan una gran diversidad de estrategias reproductivas que varían dependiendo del grupo, algunas de ellas verdaderamente fascinantes. La mayoría de las especies acuáticas deposita sus huevos en ootecas (estructuras rígidas protectoras) fuera del agua, lugar donde se secan y endurecen. Las especies del género *Erpobdella* lo hacen bajo el agua, por lo que el endurecimiento de las proteínas que las forman ocurre en un medio acuoso, creando una barrera muy efectiva que aísla los huevos del ambiente hostil. Actualmente se estudian las propiedades físicas de las ootecas producidas por sanguijuelas con la expectativa de que sus compuestos puedan usarse en la industria, particularmente en las actividades que se realizan bajo el agua.

Contrariamente a las especies de *Erpobdella*, los Hirudiniformes depositan las ootecas sobre el agua, a las orillas de ríos o lagunas. Este hecho, visto a la luz de la evolución, toma su real significado: de acuerdo con las hipótesis sobre la evolución del hábitat de los Hirudiniformes, el ancestro común del grupo era terrestre y sólo algunos se transformaron en dulceacuícolas posteriormente. Por ello, las especies acuáticas de Hirudinoformes tienen, como una reminiscencia de la vida terrestre de sus ancestros, la característica de depositar las ootecas fuera del agua.

Sin lugar a dudas, los miembros de la familia Glossiphoniidae son únicos dentro de las sanguijuelas. En ellos, la fecundación se realiza por la implantación de un espermatóforo que, como jeringa, inyecta los espermatozoides. La implantación del espermatóforo puede ocurrir en cualquier parte

del cuerpo y después los espermatozoides viajan hasta llegar a los ovisacos, donde los óvulos son fecundados. Luego, los huevos son expulsados y se adhieren a la superficie ventral de la sanguijuela adulta, lugar donde terminan su crecimiento. Algunas especies de *Helobdella* han desarrollado pliegues en el cuerpo para proteger sus huevos, formando una especie de marsupio. Se ha registrado que una sanguijuela madre puede cazar activamente a sus presas para después ponerlas a disposición de sus hijos. De igual manera, algunas especies hematófagas de *Haementeria*, una vez fijadas a su presa, permiten que sus crías abandonen su vientre temporalmente para alimentarse, pero una vez saciado su apetito, las crías regresan para adherirse de nuevo al vientre materno.



Pintobdella chiapasensis. Lagunas de Montebello, Chiapas, México.

Anticoagulantes

La estrecha relación que existe entre las sanguijuelas y su predilección por la sangre hace que la mayoría de la gente asocie estos organismos con sus virtudes medicinales. Desde la época de Galeno, las sanguijuelas han sido utilizadas para tratar un sinfín de malestares con el propósito de restablecer el equilibrio de los humores. François-Joseph-Victor Broussais, médico de Napoleón y sus tropas, fue un entusiasta impulsor del uso de las sanguijuelas, aplicando entre 5 y 50 individuos por paciente con el fin de aminorar diversos malestares, desde problemas gástricos hasta fiebre. Como resultado del uso intensivo de los hirudíneos durante los siglos XVIII y XIX en Europa, las poblaciones naturales de sanguijuelas se vieron fuertemente disminuidas. Para satisfacer la demanda creciente, se exportaron grandes cantidades de sanguijuelas de un país europeo a otro, a tal punto que en 1823 se dictaron normas para controlar el tráfico de estos invertebrados que pasaban por Hanóver. Por la misma época, en Rusia se establecieron temporadas de colecta, lo que representa uno de los primeros esfuerzos en la historia por regular el aprovechamiento de un animal. Pierre Charles Alexander Louis, alrededor de 1835, puso en duda el uso de las sanguijuelas en la medicina, sin embargo, su uso siguió siendo común por al menos cien años más.

El empleo de las sanguijuelas en la medicina moderna se retomó alrededor de 1960, al ser utilizadas para restablecer el fluido sanguíneo de las partes del cuerpo reimplantadas. Por las mismas fechas, la hirudina, una potente antitrombina, fue aislada de la saliva de *Hirudo medicinalis*. A partir de entonces, gran número de proteínas han sido caracterizadas, incluyendo la antistasina, ghilanteina y lefaxina (inhibidores del factor Xa), la tridegina (inhibidor del factor XIIIa) y la hementina (con propiedades fibrinogenolíticas) y las moléculas que inhiben la agregación de las plaquetas, como la decrosina.[2] La capacidad de las sanguijuelas para detener diversos pasos de la cascada coagulatoria



Cylicobdella joseenses. Argentina.



Placobdella red.
Washington, EUA.

hace de ellas un interesante modelo de estudio, pues producen varias moléculas que podrían solucionar problemas médicos que van desde la reimplantación de órganos y restablecimiento del flujo sanguíneo hasta el tratamiento de enfermedades vasculares.

Las sanguijuelas en México

En náhuatl, la palabra *acuecueyetzin* o *acuecueyachin* se usa para referirse a las sanguijuelas. Proviene de las raíces *a* (*atl*, agua), *cuecueya* (plural de *cueyatl*, rana) y *tzintli* (pequeño), y significaría ranilla o pequeño animal del agua. El *Diccionario de aztequismos*, de Cecilio Agustín Robelo, señala que estos animales se crían en las entrañas del ganado, causándoles la muerte. Esta aseveración seguramente viene de considerar que las sanguijuelas y los tremátodos son un mismo organismo. La similitud entre la sanguijuela *Haementeria officinalis* y el tremátodo *Fasciola hepatica* es superficial y quizá ello confundió a los antiguos mexicanos y europeos por años.

En 1831, José Antonio Alzate registró que las sanguijuelas adheridas al paladar de caballos, mulas y burros podían ser retiradas si éstos ingerían agua con cal. Unos años después, en 1844, el doctor Miguel Jiménez señaló los fenómenos patológicos causados por la sanguijuela medicinal usada en México. En 1849 el italiano Filippo de Filippi describió una sanguijuela hematófaga mexicana: *Haementeria officinalis*, que tal vez fue empleada en el país para causar sangrías.

En 1865, dos trabajos de autores mexicanos salieron a la luz: Alfonso Herrera y Gumersindo Mendoza publicaron *Observaciones sobre la sanguijuela que se usa en esta capital*; Lauro María Jiménez dio a conocer *Apuntes sobre algunas de las especies de sanguijuelas de México*, y un año después reportó un caso de envenenamiento causado por la sanguijuela medicinal utilizada en México. Se realizaron diversos registros en los años siguientes, principalmente por naturalistas que enviaban los ejemplares a instituciones extranjeras. Sin embargo, el estudio de las sanguijuelas se transformó profundamente gracias a la labor del doctor Eduardo Caballero, fundador del Laboratorio de Helmintología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, quien comenzó su carrera científica precisamente estudiando las sanguijuelas. Entre 1930 y 1959, el doctor Caballero publicó 22 artículos sobre estos organismos en los que describió ocho especies nuevas y redescribió una más.[3] Años después, el zoólogo argentino Raúl Ringuelet visitó nuestro país en 1981, y realizó la última revisión de la fauna de sanguijuelas de México. Por su parte, el Catálogo de la Colección Nacional de Helmintos[4] recopila información sobre 22 especies de hirudíneos mexicanos.

A pesar de ser un grupo de organismos intensamente estudiados desde diversos puntos de vista (como la embriología, la genómica y la neurobiología), la taxonomía de las sanguijuelas ha sido escasamente estudiada, en particular en países como México. Ringuelet[5] realizó el último estudio integral de las sanguijuelas del país y pasaron más de 25 años para que el estudio de estos organismos volviera a ser retomado.[6, 7] En el Cuadro 1 se presenta una lista actualizada con las 27 especies de sanguijuelas distribuidas en México. Tomando en cuenta el número de nuevas especies descritas recientemente y lo poco exploradas que han sido diversas regiones del país, es de esperarse que aún queden muchas especies por describir, cuyo estudio



Helobdella virginiae con huevos adheridos a la superficie ventral. Veracruz, México.

nos llevará a tener un mejor entendimiento de la biología de estos organismos y de sus relaciones filogenéticas, y una mayor comprensión de la biodiversidad mexicana.

Bibliografía

[1] Sawyer, R.T. 1986. *Leech Biology and Behaviour*. Clarendon, Oxford.

[2] Salzet, M. 2001. "Anticoagulants and Inhibitors of Platelet Aggregation Derived from Leeches", en *FEBS Letters* 492:187-192.

[3] García Altamirano, I. 2001. "El Dr. Eduardo Caballero y Caballero (1904-1974) y la institucionalización de la helmintología en México". Tesis de maestría en ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.

[4] Lamothe Argumedo, R., L. García Prieto, D. Osorio Sarabia, y G. Pérez Ponce de León. 1996. *Catálogo de la Colección Nacional de Helmintos*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

[5] Ringuelet, R. A. 1981. "Clave para el reconocimiento de los hirudíneos de México", en *Anales del Instituto de Biología* 52:89-97.

[6] Oceguera Figueroa, A., V. León Regagnon. y M. E., Siddall. 2005. "Phylogeny and Revision of Erpobdelliformes (Annelida, Arhynchobdellida) from Mexico Based on Nuclear and Mithochondrial Gene Sequences", en *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76:191-198.

[7] Oceguera Figueroa, A. y V. León Regagnon. 2005. "A New Freshwater Leech Species of *Helobdella* (Annelida: Glossiphoniidae) from Central Mexico", en *Zootaxa* 976:1-8.

* Candidato a doctor, City University of New York y American Museum of Natural History, Nueva York, EUA. aoceguera@amnh.org

** Curador de anélidos, American Museum of Natural History, Nueva York, EUA. siddall@amnh.org

*** Técnico académico asociado. Colección Nacional de Helmintos, Instituto de Biología, UNAM, México. gprieto@ibiologia.unam.mx



Placobdella lamothei alimentándose de la sangre de una tortuga de agua dulce, *Kinosternon integrum*. Morelos, México.

Cuadro 1. Especies de sanguijuelas distribuidas en México

TAXA	DISTRIBUCIÓN
Piscicolidae	
Stibarobdella macrothela (Schmarda, 1861)	Veracruz
Cystobranchus sp.	Yucatán
Myzobdella patzcuarensis (Caballero, 1941)	Michoacán
Glossipohoniidae	
Theromyzon tessulatum (Müller, 1774)	Michoacán
Haementeria officinalis De Filippi, 1849	Estado de México, Michoacán, Querétaro
Haementeria lopezi Oceguera Figueroa, 2006	Veracruz
Haementeria acuecueyetzin Oceguera Figueroa, 2008	Jalisco
Placobdella mexicana Moore, 1898	Jalisco, Michoacán
Placobdella lamothei Oceguera Figueroa y Siddall, 2008	Morelos
Placobdella ringueleti López Jiménez y Oceguera Figueroa, 2009	Chiapas
Helobdella atli Oceguera Figueroa y León Régagnon, 2005	D.F., Puebla, Tlaxcala
Helobdella modesta Verrill, 1872	Morelos, Tabasco, Veracruz
Helobdella virginiae Oceguera Figueroa, 2007	Veracruz
Helobdella socimulcensis (Caballero, 1931)	D.F.
Helobdella elongata (Castle, 1900)	D.F., Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Querétaro, Tabasco
Erpobdellidae	
Erpobdella triannulata Moore, 1908	Tabasco, Yucatán
Erpobdella mexicana Duges, 1872	D.F., Guanajuato, Michoacán
Erpobdella ochoterenai Caballero, 1932	D.F.
Salifidae	
Barbronia weberi R. Blanchard, 1897	Morelos
Xerobdellidae	
Diestecostoma mexicanum (Baird, 1869)	D.F.
Diestecostoma magnum Moore, 1945	Chiapas
Haemopidae	
Haemopis caballeroi (Richardson, 1971)	D.F., Morelos.
Semiscolecidae	
Semiscolex lamothei Oceguera Figueroa, 2007	Veracruz
Praobdellidae	
Limnobdella mexicana Blanchard, 1893	Puebla
Pintobdella chiapasensis Caballero, 1957	Chiapas
Pintobdella cajali (Caballero, 1934)	Hidalgo
Macrobdellidae	
Macrobdella decora (Say, 1824)	Nuevo León

CULTIVOS BIOFARMACÉUTICOS Y SU POSIBLE RIESGO



AMANDA GÁLVEZ* Y ROSA LUZ GONZÁLEZ**

Se conocen como cultivos biofarmacéuticos aquéllos de plantas que han sido modificadas genéticamente para expresar –es decir, para producir en sus tejidos o en sus órganos– sustancias con propiedades terapéuticas. La razón para usar las plantas como "biorreactores" es por la posibilidad de generar de manera ilimitada cantidades importantes de estas proteínas, que son llamadas "recombinantes".[1] El nombre proviene de la operación que sufren en el núcleo de sus células las plantas así modificadas, pues se tiene que "recombinar" su material nuclear con trocitos de material nucleico con genes externos a su organismo. (También se les llama "genéticamente modificadas", o simplemente GM, por sus siglas.) De esta forma se obtienen "organismos genéticamente modificados" (OGM) en los que se aprovecha su nueva capacidad para producir proteínas de origen humano –como hormonas o anticuerpos– o sustancias que normalmente produciría un animal, como la hormona de crecimiento bovina. De esta forma se evita extraerlas de los tejidos animales o humanos, ya que podrían portar patógenos que contaminaran el producto final. Su producción en una planta GM resulta "más limpia". Entre los primeros biofármacos obtenidos en plantas está la hormona humana de crecimiento, expresada en las plantas de tabaco y de girasol;[2] esta tecnología, iniciada a mediados de los años ochenta, apenas ha alcanzado el nivel comercial. Así, se han creado experimentalmente muchas proteínas terapéuticas, entre ellas: anticuerpos, derivados de sangre, citoquinas, factores de crecimiento, hormonas, enzimas recombinantes, proteínas virales o antígenos con el propósito de elaborar vacunas humanas y veterinarias.[3] Aunque algunos desarrollos biotecnológicos emplean cultivos celulares, de plantas, insectos, animales o microorganismos para expresar estas moléculas, otros utilizan plantas completas de alfalfa, lechuga, espinaca, tabaco y maíz en cultivos confinados o bien a campo abierto, siendo este último el que promete menores costos.

Con el tiempo, la tecnología ha aumentado la expresión y el rendimiento con varias estrategias como: usar nuevos promotores, estabilizar la proteína en los diferentes compartimientos celulares y optimizar el procedimiento de purificación de la sustancia de interés, lo que ha contribuido a mejorar la factibilidad económica de esta aplicación.[1] Entre todos estos sistemas, la expresión en semillas ha resultado de gran utilidad para acumular proteínas que, aunque se produzcan en un volumen relativamente pequeño, no se degradan porque el endospermo almidonoso las conserva sin necesidad de refrigeración, lo que ofrece una gran ventaja para la producción, por ejemplo, de vacunas orales.[1] Entre los cereales, el maíz junto con el arroz y la cebada resultaron ser interesantes alternativas; entre ellos, el maíz tiene el mayor rendimiento anual, un contenido proteínico moderadamente alto en la semilla y un ciclo de cultivo más corto, lo que en conjunto le da la mayor productividad potencial de proteína por hectárea. Sin embargo, deben ejercerse ciertos cuidados cuando se trata de una planta como el maíz ya que, por su naturaleza y la forma en que fue domesticada, requiere polinización cruzada; es decir, que el polen de una planta no la autopoliniza, sino que necesita que el viento o los insectos polinizadores acarreen el polen hasta otra planta para fertilizar el conjunto de flores que darán posteriormente origen a una mazorca. Cuando se trata de una planta de maíz GM, ésta contiene en su polen los "transgenes", que son los genes modificados que le dan características novedosas. Esto conlleva la desventaja de no poder controlar fácilmente "flujo de genes" o "flujo génico" entre las plantas GM y las plantas criollas o nativas que no están modificadas. Aunque los desarrolladores reconocen que el maíz tiene la desventaja de ser una planta de polinización cruzada y que fácilmente podrían escaparse los transgenes, ningún otro cereal logra alcanzar su rendimiento, por lo que es un sistema de expresión muy utilizado,[4] y ocupa una importante proporción de los permisos concedidos por el Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), en Estados Unidos, para cultivos a cielo abierto.[5, 6] En Cana-



dá estos cultivos se manejan únicamente en invernaderos y se han otorgado sólo unos cuantos permisos para pruebas de campo. La producción de compuestos farmacéuticos que afectan a la salud humana podría ser preocupante si no se atienden cuidadosamente las reglas de bioseguridad y si se producen en plantas de polinización abierta o polinización cruzada, tal y como se reproduce y comporta el maíz en la naturaleza. Los posibles efectos a la salud por la ingestión de estas "plantas-biorreactores", o por contacto con los trabajadores o quienes se encuentren a su alrededor son aún desconocidos. Las pruebas de campo en Canadá se han hecho en confinamiento para asegurar que el material vegetal no entre en la cadena de producción de alimentos para el ser humano o los animales. Además, se ha considerado en los permisos la posible exposición de los trabajadores y la gente que transita por esos lugares.[7] En Estados Unidos, sin embargo, las licencias se han otorgado de una forma más relajada. De especial interés son dos casos graves de escapes y mal manejo de esos campos.[8] Ya ha ocurrido con el maíz en el caso Prodigene, en el que se halló rastrojo de maíz que expresaba una vacuna porcina mezclado con granos de soya, o como en el caso StarLink en 2000, y con el arroz en 2006.[9] Aunque estos dos últimos no expresan biofarmacéuticos, son un claro ejemplo de la posibilidad de que las reglamentaciones no se cumplan y que en los experimentos a cielo abierto éstas no necesariamente se acaten. Las pruebas en campo en ese país no han seguido las reglas de manera apropiada. Los criterios económicos y los de factibilidad técnica, aunados a la percepción del maíz como una materia prima industrial, han permitido que ese cultivo sea el más utilizado y resulte ventajoso para unos cuantos agricultores, que pueden obtener ganancias mayúsculas, pero no se han considerado las desventajas y peligros potenciales que podrían provocarse en los millones de personas que basan su alimentación en el maíz.

¿Cuáles serían esos riesgos? El primero radica en que los granos resultantes que contienen el fármaco pasen a la cadena de producción de alimentos en operaciones industriales, porque a simple vista son imposibles de diferenciar y podrían mezclarse inadvertidamente. El segundo riesgo es el flujo génico, que en el caso del maíz para un país como México es inquietante porque un escape de transgenes para la expresión de sustancias que no son comestibles es mucho muy probable, dado que es el cultivo más utilizado para biofarmacéuticos y porque es una variedad de polinización cruzada. El impacto potencial para las poblaciones que lo consumen sería de graves dimensiones: en México el consumo *per capita* varía entre 285 y 480 g diarios[10] y llega a constituir la fuente de 40% de las proteínas por su bajo costo y frecuentemente sólo se hierve. La probabilidad de que las personas sean expuestas a estas proteínas transgénicas sería muy alta. Su elección como biorreactor para la producción de sustancias no comestibles es desafortunada, sobre todo si se aúna un riesgo más, que no se considera importante en Estados Unidos: la existencia de flujo génico en las variedades nativas (conocidas como criollas). Esto no se refiere a una mezcla física de granos, sino al hecho de que se libere un transgén para la expresión de un farmacéutico, que se polinice con él a plantas nativas y que se herede temporada tras temporada, donde puede perdurar varias generaciones en un sistema abierto de intercambio de semilla, como sucede en México.[11]

Se sabe que en la frontera México-Estados Unidos se transfieren ilegalmente semillas GM; además se ha identificado que los migrantes traen a territorio mexicano semillas estadounidenses. Sabiendo que en el país del norte los campos a cielo abierto de maíz biofarmacéutico no





son controlados de forma estricta, sería posible el flujo génico allí mismo y habría una cierta posibilidad de que esos migrantes tuvieran en sus manos inadvertidamente semillas "biofarmacéuticas". Si se siembran estas semillas en el territorio mexicano pondrían a disposición de las variedades nativas los transgenes biofarmacéuticos, en caso de que polinicen a las plantas nativas de las milpas. De esta forma, los peligros latentes de exposición a fármacos recombinantes por esta vía podrían alcanzar a una parte importante de la población mexicana, en particular en el segmento que produce el maíz de subsistencia y semicomercial, que no compra semilla, sino que la guarda de una temporada para otra, como lo marca la tradición, hecho que ha permitido a través de muchos siglos la diversificación y evolución de la gran variedad de maíces en México. Así se pondría en riesgo al maíz cultivado en territorio mexicano porque convertiría a las variedades nativas en algo que causara efectos a la salud humana, al producir ellas mismas un fármaco no deseado. Esto constituiría un grave daño a su biodiversidad. Lo anterior no necesariamente sucedería en un país en el que se compra semilla cada año, como Estados Unidos.[12] En esa nación los agricultores generalmente no guardan semillas, sino que compran de las semilleras las variedades mejoradas para cada temporada. Por esto su biodiversidad de maíces es mucho más pobre, a pesar de ser el país que más produce. Por ese tipo de sistema cerrado de semillas podría evitarse, hasta cierto punto, que llegara a la población un maíz contaminado con transgenes biofarmacéuticos. Además en Estados Unidos se han desarrollado maíces GM para producir aceites lubricantes o plásticos, y tintas que no son para consumo humano o animal. Usar el maíz para la producción de farmacéuticos y sustancias industriales no comestibles que presentan peligros a la salud responde a una serie de decisiones en las que no estamos participando los mexicanos, pero que nos afectan: son resoluciones que han tomado empresas, ciudadanos y formuladores de política de países con una tecnología más avanzada, donde el cabildeo se ha inclinado a prohibir, por ejemplo, estos desarrollos biotecnológicos en animales porque la opinión pública –que en esos países es a menudo un impulsor de cambios regulatorios– los considera más parecidos a los seres humanos, a pesar de que hayan sido usados durante mucho tiempo para la producción de vacunas, sueros y anticuerpos, y su contención sea más fácil. Esto ha privilegiado la producción de sustancias no comestibles en cultivos que sí lo son, únicamente porque resulta más barata.

Si bien se reconoce que todas las tecnologías acarrean riesgos, los cultivos no son meros objetos, son construcciones sociales en las que el saber experto, los valores y los símbolos culturales desempeñan un papel clave.[13] En el caso del maíz biofarmacéutico es evidente que la participación pública y de los grupos de interés de países con menor desarrollo, como México, es ajena a este proceso de toma de decisiones en el ámbito tecnológico mundial.[14] Los consorcios desarrolladores de "plantas-biorreactores" y sus expertos argumentan que no hay riesgos apreciables o comprobables en esos cultivos. Sin embargo, el hecho de que las compañías aseguradoras no participen en el negocio de la biotecnología da lugar a la suspicacia de que saldrían perdiendo porque existen riesgos y no podrían afianzar esos cultivos con pólizas baratas.[13] Si se contamina la cadena alimenticia con granos de maíz farmacéutico se dañaría la alimentación de más de 100 millones de mexicanos. Si el maíz en México se contamina con "biofármacos" por flujo génico no sería fácil eliminarlo y afectaría a 60% de las unidades productivas no comerciales y semicomerciales del país, es decir, la producción de autoconsumo en México que utiliza 33% del área sembrada de maíz y produce 37% de la producción nacional de grano.[15] Esto perjudicaría directamente la inocuidad de la base alimentaria de millones de mexicanos, sin mencionar la afectación de la megadiversidad en un centro de origen, ya que en México se domesticó el maíz y se han ido seleccionando las semillas más apreciadas durante milenios hasta lograr la diversidad actual, en características culinarias, valor nutricional y adaptación a los diversos microclimas del país.

Aunque existen métodos de contención biológica de los transgenes –como la transformación de cloroplastos, que se hereda por vía materna,[16] la inducción de la expresión con sustancias que deben adicionarse al cultivo y los sistemas de contención genética–,[17] la solución de raíz para esta controversia es que no se utilicen cultivos alimenticios para la fabricación de fármacos y sustancias no comestibles en el mundo.[18] ¿Cuál sería la opinión pública en Japón o en Estados Unidos si en lugar del maíz se usara arroz o trigo, tomando en cuenta que el pan o el arroz cocinado en sus diferentes formas son productos altamente apreciados por los consumidores de esos países?[19] Los volúmenes de maíz que moviliza la industria alimentaria tanto en

México como en Estados Unidos y el valor agregado de sus productos industrializados son mucho mayores que el mercado de los farmacéuticos, por lo que los riesgos de un escape sobrepasan por mucho a los posibles beneficios que podría proporcionar esta tecnología. Además sería mayor la población afectada en el caso de un escape de transgenes farmacéuticos vía la cadena de producción de alimentos, que la beneficiada por un fármaco de bajo precio producido en maíz: es bien sabido que una fracción del precio de los medicamentos se destina más que nada a los gastos corporativos, a la recuperación del gasto en investigación y desarrollo, a la publicidad, y patentar implica un derecho de uso exclusivo que permite establecer precios que tienen un amplio margen respecto del costo de producción.

Los cultivos farmacéuticos no están claramente tipificados en la legislación mexicana, y hoy por hoy no se ha generado una técnica jurídica más dinámica que prevea las implicaciones de los desarrollos biotecnológicos y logre emparejarse a la velocidad con que se generan nuevas biotecnologías. Redireccionar un campo tecnológico como los cultivos biofarmacéuticos hacia objetivos de mayor beneficio social constituye una tarea urgente que requiere una solidaridad global y una oportuna política enmarcada en derechos humanos, pues la población mexicana es la que consume más maíz a nivel mundial.

Bibliografía

[1] Sharma, Arun K. *et al*. 2009. "Plants as Bioreactors: Recent Developments and Emerging Opportunities", en *Biotechnology Advances* 27: 811-832.

[2] Barta, A., K. Sommergruber, D. Thompson, K. Hartmuth, M.A. Matzke *et al*. 1986. "The Expression of a Nopalinesynthase-human Growth Hormone Chimeric Gene in Transformed Tobacco and Sunflower Callus Tissue", en *Plant Molecular Biology* 6:347-357.

[3] Twyman, R.M., S. Schillberg y R. Fischer. 2005. "Transgenic Plants in the Biopharmaceutical Market", en *Expert Opinnion in Emergent Drugs* 10:185-218.

[4] Ramessar, Koreen et al. 2008. "Maize Plants: An Ideal Production Platform for Effective and Safe Molecular Pharming", en *Plant Science* 174:409-419.

[5] Elbeheri, A. 2005. "Biopharming and the Food System: Examining the Potencial Benefits and Risks", en *AgBioforum* 8:18-25.

[6] Release Permits for Pharmaceuticals, Industrials, Value Added Proteins for Human Consumption, or for Phytoremediation. Granted or Pending by APHIS as of March 9, 2010. Consultado en http://www.aphis.usda.gov/brs/ph_permits.html

[7] Canadian Food Inspection Agency, consultado en http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/bio/mf/mf_faqe.shtml

[8] US Department of Agriculture. Office of Inspector General. Southwest Region. Audit 50601-8-Te December 2005.

[9] USDA. 2006. *Statement by Agriculture Secretary Mike Johanns Regarding Genetically Engineered Rice*. United States Department of Agriculture.

[10] Bourges, H. 2002. "Alimentos obsequio de México al mundo", en D. Alarcon-Segovia y H. Bourges (eds.), *La alimentación de los mexicanos*. El Colegio Nacional, México, pp. 97-134.

[11] Cleveland, D.A. y D. Soleri. 2005. "Rethinking the Risk Management Process for Genetically Engineered Crop Varieties in Small-scale, Traditionally Based Agriculture", en *Ecology and Society* 10:9.

[12] Chauvet, M. y A. Gálvez. 2005. "Learning about Biosafety in Mexico: Between Competitiveness and Conservation", en *International Journal of Biotechnology* 7:62-71.

[13] Beck, U. 2004. *Poder y contrapoder en la era global: la nueva economía política mundial*. Paidós, Barcelona.

[14] McMeekin, A., M. Harvey, S. Glynn, I. Miles y P. Vergrat. 2004. *Prospecting Bioscience for the Future of Non-food Uses of Crops, Institute of Innovation Research*. The University of Manchester, Manchester.

[15] Brush, S. y M. Chauvet. *Evaluación de los efectos sociales y culturales asociados con la producción de maíz transgénico. Capítulo 6 de los documentos de discusión del informe Maíz y biodiversidad: Los efectos del maíz transgénico en México*. Consultado el 10 de marzo de 2010 en http://www.revistafuturos.info/download/down8/maiz_y_bio.pdf

[16] Daniell, H., S. Kumar y N. Dufourmontel. 2005. "Breakthrough in Chloroplast Genetic Engineering of Agronomically Important Crops", en *Trends in Biotechnology* 23:238-245.

[17] Mascia, P.N. y R.B. Flavell. 2004. "Safe and Acceptable Strategies for Producing Foreign Molecules in Plants", en *Current Opinion in Plant Biology* 7:189-195.

[18] Nature Biotechnology. 2004. "Drugs in Crops-the Unpalatable Truth", en *Nature Biotechnology* 22:133-134.

[19] Kleinman, D.L., A.J. Kinchy y J. Handselman (eds.). 2005. *Controversies in Science and Technology: From Maize to Menopause*. The University of Wisconsin Press, Madison.

* Profesora-investigadora. Facultad de Química, UNAM. galvez@unam.mx

** Profesora-investigadora. Departamento de Sociología, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. rosaluz@correo.azc.uam.mx





MARCA COLECTIVA CON IDENTIDAD DE ORIGEN DE LAS COOPERATIVAS DE QUINTANA ROO

KIM LEY COOPER*
Y EDUARDO QUINTANAR GUADARRAMA**

En el año 2009, después de varios años, un proceso interinstitucional de gestión finalmente se consolidó y se le otorgó a la empresa Integradora de Pescadores de Quintana Roo la marca colectiva Chakay de las Reservas de la Biosfera de Banco Chinchorro y Sian Ka'an. Ahora, las reglas de uso que la rigen son garantía de calidad y apego a la normatividad vigente. Cabe mencionar que es la primera marca que reconoce un recurso biológico colectivo marino: la langosta espinosa del Caribe, con una identidad de origen geográfico y sustentable.

Un recurso biológico colectivo

La langosta espinosa del Caribe (*Panulirus argus*) es uno de los recursos biológicos más importantes dentro del Sistema Arrecifal Mesoamericano. De los recursos pesqueros, esta especie es la que alcanza mayor valor en el mercado; debido a su abundancia y amplia distribución, es la principal fuente de ingresos para un gran número de pescadores. Sin embargo, esta misma situación aunada a la compleja problemática de la pesca furtiva han ocasionado su sobrepesca en el Caribe.

La mayoría de los estudios coincide en que la langosta espinosa es una metapoblación, por las dinámicas propias de la especie, cuya distribución y asentamiento de larvas, juveniles y adultos dependen de diversos factores físicos (como corrientes y temperaturas), biológicos (migraciones temporales y comportamientos reproductivos) y ambientales (ecosistemas aptos para las diferentes etapas del ciclo de vida), lo cual impone dificultades en su manejo. No todos los países aplican medidas de conservación para dicho recurso, ni conocen el estado de salud de sus pesquerías. En las reservas se ha planteado realizar monitoreos y registros de datos de la población que abarquen el ciclo de vida desde la colecta de larvas, pasando por el estadio juvenil, hasta la madurez de langostas para entender mejor la dinámica local.

Las larvas de la langosta pueden permanecer más de 10 meses como parte del zooplancton y están distribuidas en el Caribe desde las costas de Brasil hasta Carolina del Norte, Estados Unidos. Hasta el momento no se ha podido estimar con certeza cómo es la relación entre el reclutamiento desde su lugar de origen hasta su asentamiento como puerulo (larva); pero una vez concluida la fase larval, los puerulos se asientan como juveniles en zonas de crianza donde hay una gran abundancia de mangle, pastos marinos y corales someros en las bahías o atolones. Éstos buscan refugio y alimento para continuar su crecimiento hasta la etapa adulta. Los adultos migran a zonas coralinas y más profundas para madurar y reproducirse, alcanzando la edad de la primera reproducción aproximadamente a los tres años,

Panulirus argus, langosta espinosa del Caribe.



cuando tienen una longitud abdominal mínima de 13.5 cm (aproximadamente 8 cm de cefalotórax), es decir, la edad de primera captura legal permitida por la Ley de Pesca Sustentable y Acuacultura-CONAPESCA.

Durante varios años, la langosta espinosa del Caribe ha estado sometida a fuertes regímenes de explotación, la cual se ha sumado a otros fenómenos como huracanes, agotamiento de hábitat y eliminación de pastos marinos y zonas de manglar, que provocan la disminución de la población y, por ende, de la producción. Es por ello que se pretende generar más información científica para contar con elementos que permitan entender la dinámica de las pesquerías, buscar optimizar las tasas de aprovechamiento sustentable de la langosta, entender la relación de la especie con el hábitat, así como el entorno socioeconómico en el que se desarrolla la pesquería para mejorar su manejo.

La historia de Chakay

El trabajo de varios años de colaboración entre diversos actores sociales –las seis cooperativas de pescadores que trabajan en las reservas de la Biosfera de Banco Chinchorro y Sian Ka'an, organizadas en la empresa Integradora de Pescadores de Quintana Roo; la Comisión Nacional de Áreas Protegidas Naturales (CONANP); el Programa Recursos Biológicos Colectivos de la CONABIO; Colectividad RAZONATURA; el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN); Fondo SAM y el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), entre otros– ha logrado la primera marca colectiva de un recurso biológico marino (la langosta espinosa del Caribe), con identidad de origen geográfico y sustentable. Se puede decir que se está creando un modelo de aprovechamiento colectivo de recursos marinos en México, que garantiza que la captura se realice con base en las reglas de uso que rigen el aprovechamiento, las características de calidad y legalidad en la comercialización, y son la guía para la evaluación constante para un manejo adaptativo de esta pesquería.

La experiencia ha sido un proceso de aprendizaje para el buen manejo de los recursos pesqueros. En un principio, seis cooperativas se agruparon en la empresa Integradora de Pescadores de Quintana Roo, S.A. de C.V.: Vigía Chico, Pescadores de Cozumel, José María Azcorra, Langosteros del Caribe, Andrés Quintana Roo y Pescadores de Banco Chinchorro, que cuentan con la concesión exclusiva para la pesca dentro de dichas reservas. La pesca en las áreas protegidas naturales –zonas exclusivas de aprovechamiento– está regulada por Planes de Manejo, y además observa las normatividades vigentes de pesca. Entre otros compromisos, se debe mantener un número fijo de pescadores –que suman cerca de 300 entre las tres cooperativas– para no aumentar el esfuerzo pesquero.

Uso del jamo, una red en forma de raqueta, en Bahía del Espíritu Santo, en Sian Ka'an.

Foto: © Eduardo Pérez Catzím



El método de pesca artesanal ha permitido mantener por décadas las tasas de captura y las poblaciones de la langosta en las áreas naturales protegidas

Para obtener la marca colectiva fue necesaria una constante y estrecha comunicación entre las cooperativas y las autoridades, que se logró fundamentalmente gracias al papel que desempeñó RAZONATURA, en colaboración con la Integradora de Pescadores. Detrás de este proceso, hay un esfuerzo interinstitucional y multidisciplinario para monitorear la salud de las poblaciones y los ecosistemas, que está a cargo del consejo consultivo de Chakay. Las "reglas de uso" que se registran acompañando la marca rigen la operación de la marca colectiva y, por lo tanto, son la base jurídica que debe incorporarse en la lógica de mercado de las cooperativas para introducirla como un signo distintivo en la comercialización. Dicho reglamento debe garantizar el buen aprovechamiento del recurso, el apego a la normatividad vigente en materia pesquera, el respeto y reconocimiento a las estructuras organizativas existentes, y la coordinación con las instituciones involucradas en el manejo de la langosta.

Esta marca colectiva es una muestra de la capacidad organizativa de las cooperativas de pescadores para lograr un fin común: mejorar la comercialización y el aprovechamiento de sus recursos; de la colaboración con CONANP y CONABIO –que despertó el interés por realizar talleres y reuniones participativas–, además del apoyo de instituciones académicas, de investigación (el Instituto Nacional de Pesca) y sociales.

Arrecife Sano y trazabilidad

La aplicación de los principios y criterios garantizarán un esquema donde la trazabilidad –es decir, la identificación desde la lancha hasta el plato– por individuo será única en su tipo a nivel internacional. La experiencia de comercialización de langosta con el lema: "Arrecife Sano", propio de Chakay, brindará la protección jurídica de indicación geográfica a las cooperativas asociadas en la Empresa Integradora, debido a su derecho de uso exclusivo en la cadena productiva.

El uso de las etiquetas, empaques y avisos de arribo permitirá el registro detallado de la captura diaria por pescador, que se suma a los datos biológicos necesarios para la evaluación (sexo, talla y madurez sexual). El registro económico de los costos de operación podrá indicar utilidades y sugerir un esquema de manejo adaptativo, basado en criterios biológicos, al interior de las reservas. La utilización de etiquetas foliadas con la marca, además de ayudar al monitoreo biológico, amparará jurídica y comercialmente al producto. La identidad de origen bajo un esquema de etiquetado ecológico puede generar un valor agregado que será útil para fomentar en los consumidores el reconocimiento a las buenas prácticas de aprovechamiento y empleo de un recurso biológico colectivo. Ello es realmente un sistema de comercio justo y sustentable; un modelo innovador en el país en cuanto a la manera de realizar el monitoreo, y un ejemplo de organización social.

Monitoreo e investigación

En la actualidad, se está generando un modelo para llevar a cabo un análisis permanente de las reservas con base en el conocimiento sobre reclutamiento, captura

Taller de cooperativas socias de Chakay, en Punta Herrero, Sian Ka'an.

Foto: © Ana Laura Barillas Gómez



y stock reproductivo y, al mismo tiempo, se están empleando metodologías participativas para la inclusión de los pescadores en ese proceso de investigación. Las metodologías permitirán avanzar sobre el conocimiento de la langosta-biomasa disponible y la salud de la población vulnerable a la captura, así como el conocimiento del stock total de acuerdo con los siguientes factores:

a) Reclutamiento larvario y juvenil de los colectores.
b) Análisis de la dinámica poblacional *in situ* e indirecto mediante monitoreos de captura y recaptura.
c) Densidad poblacional.

Un resultado concreto de este monitoreo deberá ser la generación de puntos de referencia biológicos que podrán y deberán evaluarse continuamente en los años subsecuentes, con miras a replicar el modelo de investigación, monitoreo y análisis de la pesquería. Este sistema permitirá realizar una predicción de la captura y una planeación estratégica por temporada, que conllevará un mejor manejo biológico y económico de la pesquería, un incremento de la rentabilidad y la sustentabilidad de la especie.

Innovación en la pesca artesanal

El método de pesca artesanal ha permitido mantener por décadas las tasas de captura y las poblaciones de la langosta en las áreas naturales protegidas que, al mismo tiempo, conservan los ecosistemas básicos para el reclutamiento (pastizales y manglar) y los refugios en las zonas arrecifales. Los métodos de pesca se realizan con equipo básico y a pulmón donde la captura se limita a las zonas de superficie (15-20 m),[1, 2, 3] lo que constituye un límite importante para el aprovechamiento que permite el refugio de los adultos reproductores en las zonas profundas. Vale la pena recalcar que dichas capturas se han mantenido sin un aumento en el esfuerzo pesquero,[1, 4, 5, 6] que es contrario a otros patrones observados en el Caribe.[7, 8]

La pesquería comunitaria ha reglamentado las prácticas artesanales de tal forma que existe un sistema de apropiación social de la zona marina único en su tipo, pues las zonas de las bahías se encuentran divididas en áreas llamadas "campos", donde se captura con el sistema de "casitas" langosteras, cuyo manejo depende de sólo de los individuos que las aprovechan y que son concesionarios de éstas.[9, 10, 11, 12] Los permisos se renuevan anualmente cuando las cooperativas han probado su respeto a las vedas (marzo a julio), a las tallas mínimas de captura, a la liberación de las hembras reproductoras y a los planes de manejo. Este sistema de propiedad histórica y exclusiva ha promovido la vigilancia y ha hecho efectiva la regulación de la pesca en las áreas que se cierran al uso público tanto en Sian Ka'an como en Banco Chinchorro. El aislamiento geográfico y la restricción de acceso público en las reservas tiene un fuerte componente de adaptabilidad, que contrasta con otras pesquerías donde está sucediendo la "tragedia de los comunes".[13]

Las "casitas"[2, 3, 14] también se utilizan en Cuba[15, 16] y Bahamas,[17] donde han registrado la cohabitación de juveniles, que son más vulnerables a la depredación, con adultos como una herramienta colectiva de defensa. Esto permite que los juveniles aprovechen los alimentos de manera más eficiente con lo que se reduce la mortalidad[18] y se explican los altos niveles de reclutamiento de juveniles a las pesquerías en las bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo. Cuando se pesca la langosta viva en estas zonas, se permite una mayor selectivi-

Captura y monitoreo de langosta viva en Banco Chinchorro.
Foto: © Kim Ley Cooper



Programa de marcaje y recaptura para investigación sobre la población.

Foto: © Ana Laura Barillas Gómez

Análisis de estructura de tallas de la población de langosta.

Foto: © Kim Ley Cooper

dad de tallas y madurez sexual y no se afectan los arrecifes. Esta práctica se está promoviendo por el comité de Chakay en ambas áreas.

Ventajas de la marca colectiva como una indicación geográfica

- Se ofrecerán servicios ambientales directos e indirectos que pueden generar un mayor beneficio económico para los usuarios, tanto por el aumento de la producción como por el valor agregado gracias al uso de la marca y a la venta sin intermediarios.
- Se continuará con la capacitación para el manejo y traslado del producto vivo haciendo uso de GPS para el monitoreo de la población.
- Se proseguirá con la categorización de las tallas, el registro de los datos biológicos, y la generación de información que sea útil para las cooperativas.
- Será necesario mejorar aspectos de la administración y la promoción de un consumo responsable en toda la cadena de custodia, incluyendo al consumidor final.

El uso de la marca como identidad geográfica permite a los consumidores, restauranteros y chefs apoyar la conservación de esta especie, al promover el buen manejo de las áreas naturales protegidas, crear incentivos en los mercados para pagar costos ambientales y llevar a término buenas prácticas que ayuden a crear pesquerías responsables y, por lo tanto, mares y océanos más saludables.

Sólo con el consumo de productos provenientes de buenos manejos, con la ayuda de pescadores responsables y una cadena comercial de consumidores conscientes se pueden realizar acciones concretas para la preservación de los recursos naturales. Cuando se consume de esta manera no sólo se está logrando la conservación de esta especie sino, además, permite que 300 familias de esta región sean las beneficiarias.

Bibliografía

1. Ley Cooper, K. 2006. "Evaluación de estrategias para la explotación óptima de la población de langosta *Panulirus argus* en la Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro Quintana Roo". Tesis de maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
2. Lozano Álvarez, E., P. Briones Fourzán y J. Gonzalez-Cano. 1991. "Pesca exploratoria de langostas con nasas en la plataforma continental del área de Puerto Morelos, Q.R. Méx.", en *Anales del Instituto Ciencias del Mar y Limnología* 18(1):49-58.
3. Sosa-Cordero, E., M.L.A. Liceaga Correa y J.C. Seijo. 2008. "The Punta Allen Lobster Fishery: Current Status and Recent Trends", en R. Townsend, R. Shotton y H. Uchida (eds.) *Case Studies in Fisheries Self-governance*. FAO Fish Tech. Paper 504: 149-162.
4. Sosa Cordero, E. 2003. "Trends and Dynamics of the Spiny Lobster, *Panulirus argus,* Resource in Banco Chinchorro, México", en *Bulletin of Marine Science* 73(1), 203-217.
5. Chavez, A. E., y K. Ley Cooper. 2007. "Forecasting Yield in a Spiny Lobster Stock of the Northern Meso-American Barrier Reef System". Ponencia presentada en el 29th Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Belice.
6. CONAPESCA-SAGARPA. 2009. "Electronic Data Base Annual Season Capture Reports from Cooperatives". Acuacultura-SAGARPA, Chetumal, inédito.

[7] De León, M., J. López Martínez, D. Lluch Cota, S. Hernández Vázquez y R. Puga. 2005. "Decadal Variability in Growth of the Caribbean Spiny Lobster *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae) in Cuban Waters", en *Revista Biología Tropical* 53(3-4): 475-486.

[8] FAO. 2001. "Report 619 on the FAO/DANIDA/CFRAMP/WECAFC Regional Workshops on the Assessment of the Caribbean Spiny Lobster (*Panulirus Argus*)". 21 de abril al 2 de mayo de 1997, Belice, y del 1 al 12 de junio de 1998, Mérida, Yucatán.

[9] Sosa Cordero E., A.M. Arce, W. Aguilar Dávila y A. Ramírez-González. 1998. "Artificial Shelters for Spiny Lobsters *Panulirus argus* (Latreille): An Evaluation of Occupancy in Different Benthic Habitats", en *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 229:1-18.

[10] Lozano Álvarez, E., P. Briones Fourzán y B. Phillips. 1989. "Spiny Lobster in Bahía de la Ascension, Q.R. Mexico", en *Marine Science Proceeding Workshop México-Australia.*

[11] Lozano Álvarez, E., P. Briones-Fourzán y F. Negrete-Soto. 1993. "Ocurrence and Seasonal Variations of Spiny Lobsters, *Panulirus argus* (Latreille) on the Shelf outside Bahía de la Ascensión, México", en *Fishery Bulletin* 91:808-815.

[12] López, A., y J. Consejo. 1986. *Plan de manejo de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an*. Gobierno del Estado de Quintana Roo, Chetumal.

[13] Hardin, G. 1968. "The Tragedy of the Commons", en *Science* 162:1243-1248.

[14] Briones Fourzán, P., E. Lozano Álvarez y D.B. Eggleston. 2000. "The Use of Artificial Shelters (*Casitas*) in Research and Harvesting of Caribbean Spiny Lobsters in Mexico", en B.F. Phillips y J. Kittaka (eds.). *Spiny Lobsters: Fisheries and Culture*. 2ª ed. Blackwell, Oxford, pp. 420-446.

[15] Baisre, J.A. 2000. "The Cuban Spiny Lobster Fishery", en B.F. Phillips y J. Kittaka (eds.), *op. cit.*, pp. 135-152.

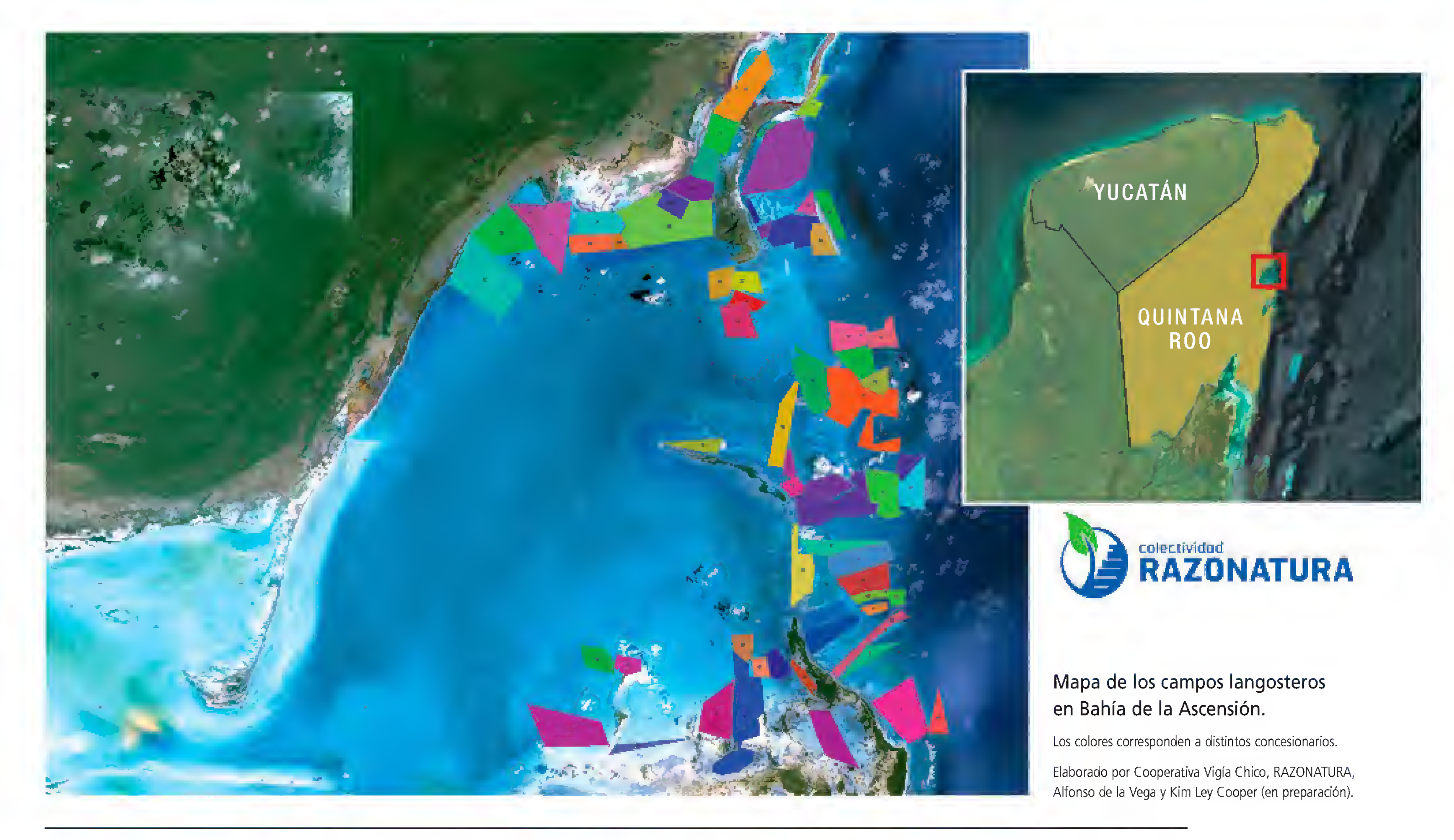
[16] Cruz, R., y B.F. Phillips. 2000. "The Artificial Shelters (Pesqueros) Used for the Spiny Lobster (*Panulirus argus*) Fisheries in Cuba", en B.F. Phillips y J. Kittaka (eds.). *Spiny Lobsters: Fisheries and Culture*. 2ª ed. Blackwell, Oxford, pp. 400-419.

[17] Deleveaux, V.K.W., y G. Bethel. 2002. "National Report of the Spiny Lobster Fishery in the Bahamas", en *FAO Fish Rep.* 715:161-167.

[18] Briones Fourzán, P., E. Lozano Álvarez, F. Negrete Soto y C. Barradas Ortiz. 2007. "Enhancement of Juvenile Caribbean Spiny Lobsters: An Evaluation of Changes in Multiple Response Variables with the Addition of Large Artificial Shelters", en *Oecologia* 151:401-416.

* RAZONATURA, A.C.
kim@razonatura.org

** PRBC de la CONABIO.
equintanar@conabio.gob.mx



Mapa de los campos langosteros en Bahía de la Ascensión.

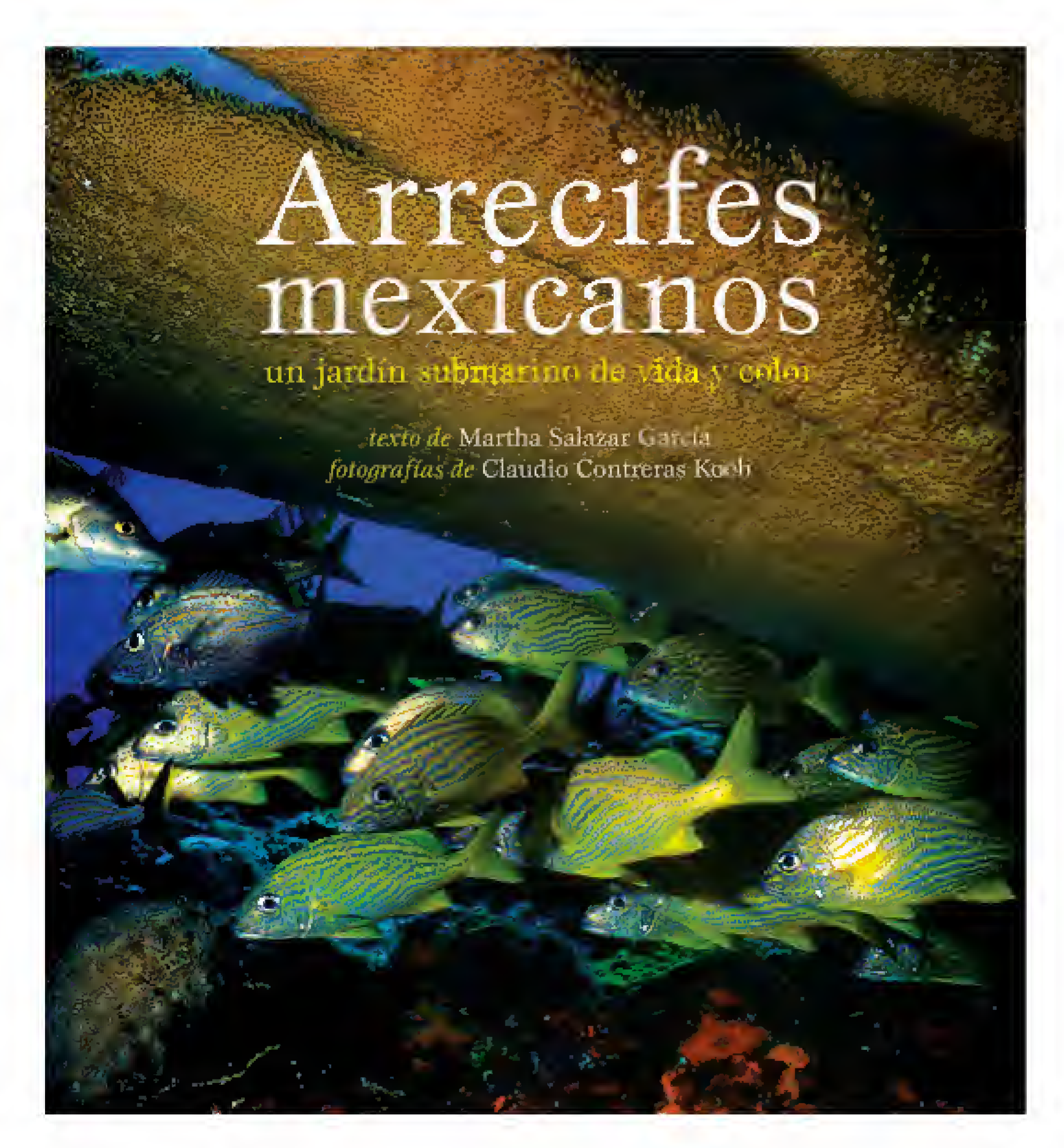
Los colores corresponden a distintos concesionarios.

Elaborado por Cooperativa Vigía Chico, RAZONATURA, Alfonso de la Vega y Kim Ley Cooper (en preparación).

Arrecifes mexicanos un jardín submarino de vida y color

En tan sólo 64 páginas, gracias al gran trabajo conjunto de la escritora e investigadora Martha Salazar García y del fotógrafo Claudio Contreras Koob, es posible adentrarnos en los arrecifes mexicanos. En el territorio nacional existen varios de ellos, y se destaca en particular el que forma parte del segundo más grande del mundo: el Sistema Arrecifal Mexicano, que comienza en Quintana Roo.

A lo largo de sus páginas podemos conocer, de manera entretenida y concisa, qué es un arrecife de coral, su ubicación, su reproducción y su clasificación. La autora proporciona las herramientas para apreciar su importancia como barrera natural que, por su dureza y resistencia, protege a muchas playas de la embestida de ciclones y huracanes, disminuyendo así la magnitud de los daños que ocasionan a las ciudades costeras. Aunada a la belleza escénica de los arrecifes, está su relevancia como sitio guardián de muchas especies, algunas de ellas muy apreciadas por el hombre, como el caracol rosado, la langosta y el coral negro. El libro es una coedición de la CONABIO y de Pluralia Ediciones.



Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la CONABIO.
El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor.
Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

EDITOR RESPONSABLE: Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO: Renato Flores
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Leticia Mendoza y Adriana Cataño
PRODUCCIÓN: Gaia Editores, S.A. de C.V.
IMPRESIÓN: Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos